

SUBSÍDIOS DO MEIO FÍSICO-GEOLÓGICO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL: A EXPERIÊNCIA DO INSTITUTO GEOLÓGICO NO MUNICÍPIO DE SOROCABA (SP)

Antônio Carlos Primo Nalesso
Lemos
Jair Santoro
Paulo Valladares Soares
Ricardo César Aoki Hirata

*Instituto Geológico
Secretaria do Meio Ambiente do
Estado de São Paulo*

ABSTRACT

This paper poses at first a conceptual question: environmental geology versus planning geology. These concepts actually interact and add each other. This field of knowledge cannot be taken as a new science, but it is considered as an interaction of several branches eventually every geological branches focused to pursue the occupation and rational use of the geographical space. The authors propose then a technico-administrative approach meant to the placement the Geological Institute within the Environmental Secretary in order to optimize the human and equipment researches. This paper also deals with the application of this concept to problems met during the development of the surveys in the Sorocaba Municipality, State, of São Paulo as a part of the Geological and Geotechnical Mapping Program for the Environmental Planification of the Sorocaba-Campinas Region. This survey was intended to meet the necessities of the state and the Municipality aiming to: - give informations about the characteristics of the physical-geological environment as a subsidy to the municipaly planning, involving four geological branches within the Geological Institute, that is, the geological mapping, geotechnic, hidrogeology and mineral exploitation; - the definition of the physical-geological characteristics as guides to the state policts for the inland industrialization. As a result the "Sorocaba Project" led to definition and characterization of six "homogeneous unities" mapped at a 1:50.000 scale based on the rocky basement, geotechnical and hidrogeological (including hydrochemical) attributes, aquifers vulnerabilities and mineral resources, as drawn from the basic and thematic mappings. Such unities were defined from the interaction of the characteristics as displayed from the partial surveys, where the qualitative aspects being emphasized.

INTRODUÇÃO

Um dos problemas epistemológicos vivenciados pela Geologia nas últimas décadas, refere-se ao enquadramento conceitual de suas novas especializações. Decorrentes de aplicações dessa área do conhecimento, ou mesmo de recortes em suas disciplinas, assiste-se a uma profusão de termos que procuram definir escopos de atuação de cada uma dessas novas especialidades da ciéncia geológica.

De forma diferenciada, essas especialidades contam com espaços mais ou menos definidos e reconhecidos no setor, com ou sem "status" de uma nova ciéncia. Aqui, interessa particularmente as especialidades denominadas geologia de engenharia, geologia aplicada, geologia de planejamento e geologia ambiental.

Com a geologia de engenharia mais estruturada e organizada, inclusive a nível internacional, embora atualmente em processo de reavaliação, a discussão maior residiá na geologia de planejamento e geologia ambiental. A partir da década de 70, estas duas especialidades já foram objeto de análise e discussão, em diversos fóruns e por diversos autores. Prandini (1974, 1976) avaliando os trabalhos aplicados nessas áreas, propôs o termo geologia de planejamento em contraposição ao termo, então recentemente introduzido no Brasil, geologia ambiental. Complementava ainda, que este ramo da geologia seria de filia-

ção à geologia de engenharia, pela propriedade de utilização de suas técnicas de investigação. Cottas (1984), analisando o problema, considerou a geologia ambiental e de planejamento como ramos distintos da geologia, assim como a Sociedade Brasileira de Geologia (SBG 1983), mas modificou seus conceitos e tópicos de atuação, em relação às definições da SBG. Sem maior fundamentação, estabeleceu ainda independência desses dois ramos com a geologia de engenharia e a geotecnica, "termos já bastante consagrados nos meios geológicos".

De qualquer forma, ao se analisar o escopo de ação da geologia de engenharia, em franco processo de discussão, percebe-se que esta especialidade também interage na dificuldade conceitual da geologia de planejamento e/ou ambiental.

Para o entendimento do significado do termo geologia de engenharia, são relevantes os conceitos divulgados pela IAEG (ABGE 88), que subsidiam as modificações de seu estatuto. Entre eles constata-se o entendimento do termo geotecnica, como a articulação entre a geologia de engenharia com as especialidades de mecânica dos solos e mecânica das rochas.

Por outro lado, a chamada geologia aplicada corresponde aos primórdios do desenvolvimento da geologia de engenharia no Brasil. A denominação foi substituída, quando da fundação da ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia) visando a correspondência do termo nos círculos internacionais.

Se pelo atual estatuto da IEAG a interação/sobreposição da geologia de engenharia, aplicada e ambiental não são tão evidentes, o seu processo de discussão e modificação mostra que "parece haver convergência entre os profissionais da área, no entendimento da geologia de engenharia como aplicação do conhecimento geológico, entre outras finalidades, aos problemas ambientais da crosta terrestre" (ABGE 88).

Propostas individuais nessa reavaliação conceitual também sustentam essa interação/sobreposição, senão avançam em outras. Oliveira (1989) identificando a geologia de engenharia, como aplicação das geociências aos problemas ambientais e de engenharia, registrou sua atuação no Brasil, em quatro campos: cartografia geotécnica, fenômenos geológicos, impactos ambientais e geomatemática. Já Santos (1989) sustenta que a geologia de engenharia viabiliza a harmonização das diversas formas de uso do solo, com as características e os processos geológicos. Isto não deixa de ser o planejamento das ações antropicas no meio ambiente.

Assim, a problemática epistemológica vinculada a estas especialidades, se é que tais aplicações do conhecimento geológico constituem em algum caso uma nova ciência, deve ser discutida hoje num contexto mais amplo. Já não se trata mais da dualidade geologia de planejamento e geologia ambiental.

Sem abordar toda a amplitude e profundidade dessa discussão e longe de vislumbrar uma conclusão pacífica e definitiva, entende-se que, com diferenças de finalidades, essas áreas constituem, senão um, vários tipos de aplicação do conhecimento geológico.

Na consecução dos objetivos de aplicação do conhecimento geológico, como uma das formas de melhoria da qualidade de vida a nível global, concorrem todas as disciplinas da geologia. Estas disciplinas variam em nível de participação em função da escala, região e objeto de trabalho, sem que no entanto, se perca a transdisciplinariedade do conhecimento geológico aliada a uma compreensão holística do meio como fatores fundamentais no entendimento físico-geológico.

Partindo-se desta conceituação básica e respondendo à nova inserção do Instituto Geológico na Secretaria do Meio Ambiente, se buscou uma estrutura de abordagem metodológica técnico-administrativa, nessas áreas de atuação, que respondesse as necessidades teórico-práticas de pesquisa aplicada.

A QUESTÃO DO MÉTODO

O estudo da questão ambiental envolve ou se serve de várias áreas do conhecimento, onde se distinguem dentro da ciência geológica, as disciplinas de caráter básico, ou seja, as que não se preocupam diretamente com a resolução de problemas específicos, das aplicadas (Hirata 1990).

Para o planejamento físico-territorial, que objetiva, em última análise, a manutenção da qualidade de vida e ambiental, o mapeamento geológico se distingue como disciplina básica e entre as várias disciplinas aplicadas, quatro ganham destaque: geotecnia, hidrogeologia, recursos minerais, e monumentos geológicos. Esta última, tendo como objetivo o resgate e preservação de sítios e objetos geológicos de interesse ao conhecimento ou à didática.

Não obstante, qualquer estudo de planejamento do uso e ocupação do solo, necessariamente deverá utilizar-se de outras disciplinas não geológicas como a topografia, pedologia, climatologia, geomorfologia, urbanismo, sociologia, entre outras.

O QUADRO 1 apresenta as quatro principais disciplinas básicas e aplicadas referidas e as diversas fases de desenvolvimento e suas características. Nota-se que o mapeamento geológico fornece subsídios a todas as disciplinas aplicadas. São quatro as fases de desenvolvimento: *observacional, de qualidade, interpretativo e de planejamento*.

As informações de nível *observacional* são aquelas que tentam retratar a área de interesse, mostrando suas características físicas e de ocupação.

Neste nível, como em outros, existe sempre a necessidade de produtos de disciplinas chamadas paralelas, ou aquelas que não possuem o enfoque eminentemente geológico, mas que são indispensáveis à composição do cenário trabalhado. O mapa de uso e ocupação do solo, assim como o topográfico, são um bom exemplo do produto de tais disciplinas.

O segundo nível se presta a descrever a *qualidade* do meio para determinados fins, como por exemplo: qual o comportamento do material frente a um evento de poluição? A resposta seria representada no mapa de vulnerabilidade de aquíferos. Os produtos deste nível são aqueles de aplicação direta e fundamental à obras e projetos de engenharia.

O terceiro nível é o *interpretativo*, no qual, com base nas informações anteriores compõe um quadro de aptidões do terreno.

O último nível, de *planejamento*, diz respeito à interação dos três níveis anteriores. É onde se definem áreas com distintas vocações, base importante ao planejamento.

Os produtos obtidos em todos os níveis frequentemente geram materiais cartografáveis.

A escala de representação final deve atender aos objetivos específicos e não somente responder ao grau de detalhamento possível. O QUADRO 2 mostra os cinco níveis de trabalho (reconhecimento preliminar, avaliação regional, avaliação sistemática, estudo de semi-detalhe e estudo local de detalhe) associado a objetivos e escalas de pesquisa. Neste quadro são apresentados ainda alguns aspectos chave de cada uma das quatro áreas aplicadas e da área básica (mapeamento geológico), caracterizando-as em relação às escalas propostas.

Em linhas gerais o nível de reconhecimento preliminar caracteriza-se, em oposição ao estudo local de detalhe, por apresentar aspectos mais qualitativos que quantitativos e se prestar mais ao planejamento regional que a empreendimentos específicos. A graduação e os limites entre estas duas categorias foram definidos a partir de escalas e objetivos comumente utilizados na América Latina (FOSTER & HIRATA 1988).

Algumas observações devem ser feitas com relação à definição da área a receber um estudo específico. Os limites desta área geográfica podem ser definidos com base em critérios físicos, políticos ou econômicos (WHO 1982). Cada qual tem seus méritos. Quando se procura integrar várias disciplinas, como no caso do planejamento ter-

r torial, é difícil tal delimitação, pois cada disciplina utiliza-se de uma unidade de referência de trabalho que pode variar em função dos objetivos. Por exemplo, o mapeamento geológico geralmente trabalha com folhas topográficas, a hidrogeologia preferencialmente com bacias e geotecnica e os recursos minerais com municípios. Os objetivos e interesses de cada área de conhecimento são os critérios mais fortes para a definição da região a ser estudada. Entretanto, uma vez que, o ato de planejar geralmente se faz para uma determinada área administrativa, entende-se que a análise do planejamento de uso e ocupação do solo deve utilizar limites político-territoriais. Por fim, a escolha de uma área de avaliação deveria também considerar outros fatores, tais como problemas ambientais já existentes ou que possam vir a se instalar.

APLICAÇÃO AO MUNICÍPIO DE SOROCABA

Dentro do Programa da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo "Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento Ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas" - e através do Instituto Geológico (IG), procedeu-se ao primeiro estudo integrado dos elementos do meio físico-geológico a ser utilizado no planejamento do uso e ocupação do solo, no Município de Sorocaba. A escolha do Município deve-se ao grande crescimento industrial e populacional verificados nos últimos anos.

Este programa atende aos seguintes objetivos:

- subsidiar a gestão ambiental junto ao programa de governo de industrialização do interior;
- auxiliar no planejamento do meio físico municipal e a Lei Orgânica;
- otimizar esforços, recursos humanos e financeiros no desenvolvimento de pesquisa aplicada por ações interdisciplinares, a nível do IG.

A interação de quatro equipes técnicas do IG, que representam quatro especializações geológicas: a de mapeamento geológico, geotecnica, hidrogeologia e recursos minerais, procurou traduzir e refletir os condicionantes geológicos no estabelecimento de critérios do meio físico, no sentido de propor diretrizes que permitam esboçar formas racionais de utilização e ocupação do espaço.

Neste sentido, este estudo deve ser entendido como recomendações, que permitam nortear uma política de uso e ocupação do solo no Município, que por sua vez fornecerá subsídios para a definição de um Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, cuja realização e implementação é de competência do poder público municipal.

Estudos desta natureza tem mostrado que os resultados (produtos finais) normalmente são expressos em um linguajar hermético, envolvendo conceitos e métodos de difícil interpretação. Da mesma forma, os levantamentos temáticos são apresentados com pouco ou nenhum sinergismo o que dificulta uma interação entre os principais aspectos abordados, tornando a tradução das orientações, por uma lado, deficitárias para responder as necessidades antrópicas frente ao uso e ocupação racional do espaço e por outro subutilizadas por técnicos de outras áreas do conhecimento, envolvidas no trabalho de planejamento.

Normalmente as integrações em trabalhos desta natureza são efetuados em uma fase próxima ou mesmo ao final de cada levantamento das disciplinas aplicadas. Tal procedimento acarreta:

- sobreposições e/ou repetições desnecessárias nos levantamentos;
- a falta de dados comprometendo o processo de integração e a qualidade do produto, além de dispendios financeiros e de tempo, normalmente escassos.

A otimização, empreendida na estrutura técnico-administrativa do IG, visou minimizar as deficiências apontadas anteriormente na implementação da interação entre as equipes. Dois aspectos de difícil consecução, ainda que evidentes, deverão ser observados: estabelecimento claro do objetivo comum e a contribuição mutua entre as equipes, de tal forma a minimizar a compartimentação.

Esta referida integração permite avançar no conhecimento técnico, de tal forma que não ocorra apenas trocas de informações, mas sobretudo que equipes trabalhem em conjunto no entendimento global do sistema analisado.

Para tal realizaram-se procedimentos que visaram : minimizar as diferenças conceituais, discriminar os produtos e contribuições parciais, proceder a maior interação das equipes em suas áreas de interface e uniformizar o linguajar. Procedeu-se ainda a centralização das informações/documentos técnicos, e uma facilidade nas formas de acesso a estas informações, através de banco de dados e bases cartográficas comuns, mapas de acompanhamento das áreas trabalhadas, etc.

Uma vez estabelecida as contribuições e exigências entre equipes, cada uma tinha para si levantar em campo não somente informações pertinentes a sua atividade, mas as de outras, já previamente estabelecidas. A lista de feições identificáveis no campo por outras equipes foram matéria de reuniões específicas.

O método (técnico-administrativo) adotado, extendeu-se à estrutura administrativa do IG, no dimensionamento e otimização do pessoal de apoio disponível (mecanografia, desenhistas, motoristas, etc) ; no equacionamento e na racionalização das campanhas de campo, que levaram a diminuição dos gastos envolvidos com o projeto. A necessidade da contratação de pessoal administrativo ou técnico, na forma de consultores, foi também preocupação durante a consecução do projeto.

O procedimento adotado no Projeto Sorocaba (QUADRO 3) e definido a seguir, insere-se, a nível de trabalho, na avaliação sistemática (QUADRO 2). O mapeamento geológico ofereceu bases físicas de trabalho para outras áreas aplicadas. Tal cartografia (escala 1:50.000) procurou definir, ao invés de detalhadas informações da evolução geológico-geotectônica, a descrição de unidades litológicas em seus vários aspectos, acompanhadas dos traços estruturais mais relevantes, o que de fato mostra maior aplicabilidade à geotecnia, hidrogeologia e recursos minerais.

A geotecnia utilizando o mapa geológico, aliado a carta de isoesoessura do material inconsolidado, a carta de declividade e o cadastramento dos problemas geotécnicos, gerou a carta geotécnica (escala 1:20.000), que embora tenha enfatizado a ocupação urbana , tendo como unidade observacional os loteamentos, procurou abordar os problemas do Município de uma forma geral.

A hidrogeologia, utilizando o mapa geológico e o cadastro de poços tubulares, configurou os mapas hidrogeológicos e de vulnerabilidade natural dos aquíferos (escala 1:50.000). A qualidade das águas subterrâneas e sua disponibilidade entre outros fatores auxiliaram na caracterização de unidades homogêneas. O mapa de vulnerabilidade é ferramenta básica no planejamento do espaço, distinguindo áreas onde o aquífero é mais ou menos suscetível a poluição, restringindo o uso do solo às atividades com alto poder de impacto ambiental.

A avaliação e caracterização da atividade mineral e sua relação com o meio ambiente foi realizada com base no mapa geológico e no cadastro e caracterização de ocorrências minerais e lavras (escala 1:20.000). O trabalho visou principalmente abordar as implicações geotécnicas ambientais das alterações provocadas no meio físico pela atividade mineraria, atentando ainda para a caracterização e importância e econômico-social do setor, além de um zoneamento das potencialidades minerais do Município.

Cabe ressaltar o aspecto qualitativo deste exercício de aplicação, enquanto subsídio do meio físico ao planejamento do Município. Isto porque os resultados objetivam uma orientação das estratégias de desenvolvimento municipal, sendo imperativo a necessidade de levantamentos locais, quando da elaboração de projetos específicos (QUADRO 2).

O Município de Sorocaba em seus aspectos físico - geológicos pode, dadas as características geotécnicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e geológicas ser compartimentado em quatro grandes Unidades Homogêneas, duas das quais divididas em duas subunidades I, II (A e B), III, IV (A e B). (QUADRO 4), (IG 1990).

A compartimentação em Unidades Homogêneas permite definir problemas específicos associados a cada uma das unidades. Desta forma, em cada uma delas são esperadas respostas distintas frente as formas de ocupação do meio físico.

Assim, quanto à ocupação urbana são aconselháveis as áreas de domínio da Unidade II (A e B) (litossomas predominantemente arenosos e argilosos do Grupo Tubarão, Subgrupo Itararé), desde que se evite a retirada do horizonte superficial do solo de alteração, o que em muitas áreas dá início aos processos erosivos, que culminam na instalação de grandes voçorocas. Cabe ressaltar, que estas feições erosivas tem ocorrência predominante na Unidade II-A.

Ainda que existam atributos favoráveis a ocupação nesta unidade, cabe lembrar, a necessidade de compatibilização e definição de áreas voltadas para a atividade minerária. A Unidade II-B é fonte de argila para cerâmica vermelha. Outro limitante está associado ao suprimento de água subterrânea, que apresenta vazões reduzidas a moderadas.

No que concerne a atividade minero-extrativa, a maioria das unidades dentro de suas especificidades, com exceção da Unidade III, apresentam-se potencialmente favoráveis a exploração de um ou outro bem mineral. Assim é que, na Unidade I, depósitos aluvionares, esta se presta a extração de areias e argilas. Este estudo contudo verificou sérios impactos ambientais decorrentes da forma de extração desses bens minerais. A conclusão, frente a este problema, é restringir nesta Unidade a extração de argilas vermelhas, uma vez que a Unidade II-B, a possui em abundância e sua exploração pode ser realizada com menos impactos.

Também a extração de areia deve ser restringida, através da exigência de recuperação da área minerada (retorno às condições ambientais mais próximas às anteriores a lavra) em vista da gravidade dos impactos em qualidade e quantidade. Note-se ainda que as possibilidades de auto-suficiência do Município quanto a este bem mineral, são mínimas.

Assim, na Unidade I deverá ser priorizada a produção de argilas industriais de menor ocorrência e maior valor agregado, características que possibilitam menores impactos, inclusive com maiores investimentos em mitigações.

A Unidade IV (granitos intrusivos do Grupo São Roque) está relacionada com a exploração de granito em pedreiras e a extração de areia e saibro (material granular de empréstimo), estas últimas oriundas de alteração de rochas da Unidade.

Estas atividades, quando conduzidas sem critério, geram modificações localizadas no relevo, ocasionando a instabilidade de blocos e aceleração dos processos erosivos. As áreas de empréstimo devido as suas peculiaridades (custo associado a transporte) estão localizadas próximas da malha urbana e as lavras conduzidas normalmente sem cuidados técnicos, de modo intermitente. Em muitas das vezes, após o abandono, tais áreas são ocupadas por populações de baixa renda.

Quanto às águas subterrâneas de uma forma geral (exceção a Unidade I) apresentam poços com baixas a médias vazões (3 a 15m³/h). Uma grande parte do município mostra índices de vulnerabilidade de moderado a baixo, o que num primeiro instante não preocupa o poder público e os órgãos de controle ambiental, a uma possível contaminação dos aquíferos, a não ser que a atividade envolva produtos tóxicos, móveis e persistentes. Cabe lembrar que a sede municipal de Sorocaba, onde estão concentradas grande parte das indústrias e poços tubulares, é a área mais vulnerável do município.

CONCLUSÕES

Em trabalhos de planejamento municipal, tanto a nível preventivo quanto na recuperação de áreas degradadas, é fundamental a intervenção da geologia.

Estudos ambientais envolvem ou se servem de várias áreas do conhecimento, onde se distinguem dentro da ciência geológica, as disciplinas de caráter básico ou seja as que não se preocupam dire-

tamente com a resolução de problemas das aplicadas. Dentre tais disciplinas, cinco, uma básica e quatro aplicadas, ganham destaque: mapeamento geológico, geotécnica, hidrogeologia, recursos minerais e monumentos geológicos.

Neste estudo, são definidos cinco níveis de trabalho associados a objetivos específicos e escalas de pesquisa (reconhecimento preliminar, avaliação regional, avaliação sistemática, estudo de semi-detalhe e estudo local de detalhe); bem como, na elaboração de subsídios do meio físico-geológico no planejamento territorial, quatro etapas sequenciais são distinguidas: observacional, a de qualidade, o interpretativo e o de planejamento.

O Município de Sorocaba em seus aspectos físico-geológicos pode ser compartimentado em quatro grandes Unidades Homogêneas, duas das quais divididas em duas subunidades. Tal compartimentação com base na geologia, geomorfologia, geotécnica, hidrogeologia e mineração permite definir problemas específicos associados a cada uma das unidades, de forma que em cada uma delas são esperadas respostas distintas frente as formas de ocupação do meio físico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS de, F.P., 1988. Editorial do Jornal da ABGE. São Paulo. ABGE. Abril-Junho, 47 p.1.

COTTAS, L.R., 1984. Geologia Ambiental e Geologia de Planejamento: Seus Objetivos entre as Ciências Geológicas. In: CONGR.BRAS.GEOL., 33. Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG. V.1,p.170-179.

FOSTER, S.S.D. & HIRATA, R.C.A., 1988. *Groundwater pollution risk assessment. A methodology based in existing data.* CEPIS - Pan American Health Organization. WHO. Lima, 79 p.

HIRATA, R.C.A., 1990. *Bases físico-geológicas para o planejamento urbano considerações teóricas e práticas.* Relatório Interno. São Paulo. INSTITUTO GEOLOGICO. 20p.

INSTITUTO GEOLÓGICO, 1990. *Subsídios do meio físico-geológico no planejamento do Município de Sorocaba (SP).* São Paulo. Instituto Geológico. 2v.

OLIVEIRA, A.M.S., 1989. *Geologia de Engenharia - Avaliação e Perspectiva.* Jornal da ABGE. São Paulo. ABGE. Janeiro-Março 49. p.4.

PRANDINI, F.L.; GUIDICINI, G.; GREHS, S.A., 1974. Geologia Ambiental ou de Planejamento. In: CONGR.BRAS.GEOL., 28. Porto Alegre, 1974 . Anais ...Porto Alegre, SBG. V. 7, p. 273-290.

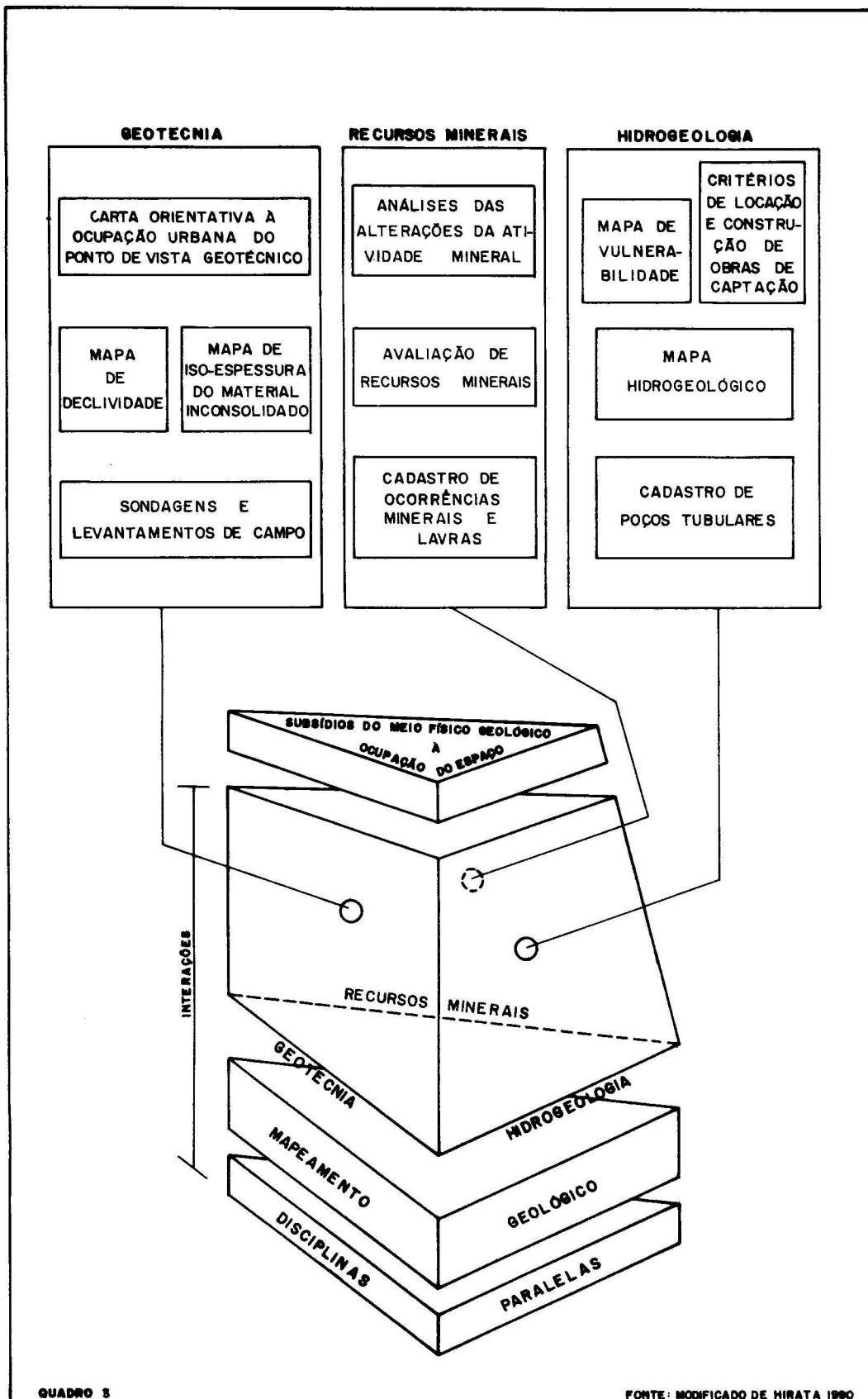
PRANDINI, F.L., 1976. O Brasil e a Geologia no Planejamento Territorial e Urbano. In: CONGR. BRAS. GEOL. ENG., 1. Rio de Janeiro, 1976. Anais ...Rio de Janeiro, ABGE. V. 3, p. 354-370.

SANTOS, A.R., 1989. Afinal, o que é Geologia de Engenharia? Jornal da ABGE. São Paulo. ABGE. Julho-Setembro, 51 p. 4.

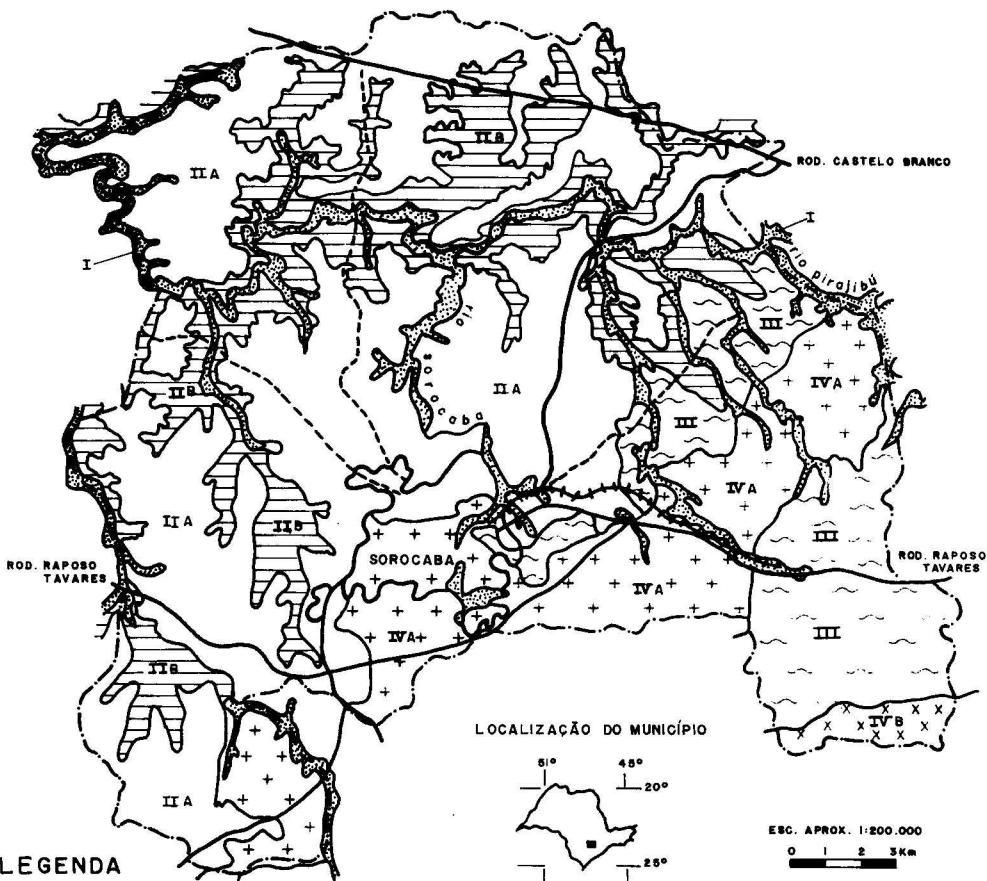
WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1982. *Rapid Assessment of sources of air water and land pollution.* WHO. offset. Publication 62:113 p.

DISCIPLINAS APLICADAS					
GEOTÉCNICA	HIDROGEOLOGIA	MINERAÇÃO	MONUMENTO GEOLÓGICO		
SUBSÍDIOS DO MEIO FÍSICO-GEOLÓGICO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL					
MAPA DE DOCUMENTAÇÃO					
INTERPRETATIVO	<ul style="list-style-type: none"> RISCOS GEOLÓGICOS APTIDÃO AO SUPORTE DE ESTRUTURAS APTIDÃO A CONSTRUÇÃO DE VIAS DE TRÁFEGO APTIDÃO A INSTALAÇÕES SUBTERRÂNEAS 	<ul style="list-style-type: none"> ÁREAS DE MAIOR E MENOR PRODUTIVIDADE DE POÇOS QUALIDADE DAS ÁGUAS E SEUS USOS 	<ul style="list-style-type: none"> APTIDÃO AOS RECURSOS NATURAIS ANÁLISES DOS IMPACTOS AO MEIO GESTÕES POLÍTICAS 		
	<p>COMPORTAMENTO MECÂNICO DO MACIÇO FRENTE A EXTRAÇÃO DE ÁGUA</p> <p>APTIDÃO À DISPOSIÇÃO DE REJEITOS</p>	<p>APTIDÃO ÀS ÁGUAS MINERAIS</p> <p>IMPACTO DAS MINERAÇÕES NOS AQUÍFEROS</p>	<p>DISPUTA DE TERRAS ENTRE ATIVIDADES</p>		
NIVEIS DE DESENVOLVIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> TIPO DE SUBSTRATO ROCHOSO TIPO DE COBERTURA INCONSOLIDADA & ESPESSURA ESTABILIDADE DE TALUDES EROBILIDADE DOS TERRENOS ESCARIFICABILIDADE DOS TERRENOS MAPA DE DECLIVIDADES DOS TERRENOS 	<ul style="list-style-type: none"> MAPA HIDROGEOLÓGICO QUALIDADE DAS ÁGUAS MAPA VULNERABILIDADE ZONEAMENTO DE PRODUTIVIDADE DE AQUÍFEROS 	<ul style="list-style-type: none"> POTENCIALIDADE MINERAL 		
	<p>MAPA DE NÍVEL D'ÁGUA</p> <p>CAPACIDADE À INFILTRAÇÃO</p>	<p>ANOMALIAS GEOQUÍMICAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS</p>			
OBSERVACIONAL PARALELAS	<ul style="list-style-type: none"> CADASTRO DE EROSÃO/VOÇORCA CADASTRO DE SONDAZENS 	<ul style="list-style-type: none"> CADASTRO DE POÇOS TUBULARES E PONTOS DE ÁGUA ANALISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLOGICA 	<ul style="list-style-type: none"> CADASTRO MINERAÇÃO / PEDIDOS DE PESQUISA, LAVRA CADASTRO DE ANAIS QUÍMICAS/MINERALÓGICAS E DE AMOSTRAS 		
	GEOMORFOLOGIA				
DISCIPLINA BÁSICA	<ul style="list-style-type: none"> MAPA TOPOGRÁFICO 	<ul style="list-style-type: none"> ABASTECIMENTO DE ÁGUA SISTEMA DE SANEAMENTO 	<ul style="list-style-type: none"> CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DO SETOR CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO (OFERTA E DEMANDA) 		
	<p>DRENAGENS</p> <p>ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL</p> <p>SOLOS AGRÍCOLAS/MATAS & FLORESTAS/PASTAGENS</p> <p>MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS URBANOS</p>		<ul style="list-style-type: none"> SÍTIOS DE INTERESSE ANTROPOLÓGICOS 		
MAPEAMENTO GEOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> ESTRUTURAS RÚPTEIS MAPA DE CONTORNO ESTRUTURAL 		<ul style="list-style-type: none"> SECÇÃO TIPO ESTRUTURAS GEOLÓGICAS DE INTERESSE ÁREAS DE FOSSEIS DE INTERESSE 		
	<p>FOLIAÇÃO, XISTOSIDADES E PLANOS DE ORIENTAÇÃO DA ROCHA</p>				
MAPA GEOLÓGICO COM ENFASE NA EVOLUÇÃO E PROCESSOS					
MAPA GEOLÓGICO COM ENFASE NA DESCRIÇÃO LITOLOGICA / ESTRUTURAL					

FONTE: MODIFICADO DE HIRATA 1990



UNIDADES HOMOGÉNEAS DO MUNICÍPIO DE SOROCABA



LEGENDA

UNIDADES HOMOGÉNEAS		SETORES DO RELEVO	CARACTERIZAÇÃO GERAL
I	[dots]	PLANÍCIES ALUVIAIS (500-550m)	SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS. IMPRÓPRIA PARA LOTEAMENTOS. POTENCIAL MINERAL DE AREIAS E ARGILAS. AQUÍFEROS COM CAPACIDADE LIMITADA E VULNERÁVEL.
II A		COLINAS MÉDIAS E ESPIGÕES APLAINADAS (600-650 m)	SEDIMENTOS PREDOMINANTEMENTE ARENOSOS. MAIS APTA À LOTEAMENTOS. AQUÍFERO C/VAZÃO MODERADA E VULNERABILIDADE POUCO SUPERIOR A II B.
II B	[lines]	MORRES E MORROTES ALONGADOS (650-700 m)	SEDIMENTOS PREDOMINANTEMENTE ARGILOSOS. FONTE DE ARGILA P/ CERÂMICA VERMELHA. RESTRIÇÕES À LOTEAMENTOS. AQUÍFERO C/ VAZÃO POUCO INFERIOR À II A.
III	~~~	MORRES E MORROTES ALONGADOS (650-700 m)	METASEDIMENTOS HETEROGÊNEOS E TEXTURA VARIADA APTA À LOTEAMENTOS, COM RESTRIÇÕES. AQUÍFERO C/BAIXA A MÉDIA POTENCIALIDADE, DESCONTÍNUO E CONTROLE ESTRUTURAL.
IV A	+++ ++ ++	ESCARPAS ROCHOSAS (750 - 900m)	MACIÇO GRANÍTICO. DECLIVIDADES 15 A 25 %. POTENCIAL MINERAL BRITA, SAIBRO E AREIA. AQUÍFERO COM COMPORTAMENTO SIMILAR A III. RESTRIÇÕES À LOTEAMENTOS.
IV B	xxx xx xxx		MACIÇO GRANÍTICO. DECLIVIDADES SUPERIORES A 30 %. IMPRÓPRIA PARA LOTEAMENTOS. RESTRIÇÕES AO POTENCIAL MINERAL. AQUÍFERO COM COMPORTAMENTO SIMILAR A III.

QUADRO 4

FONTE: MODIFICADO DE I.G. 1990